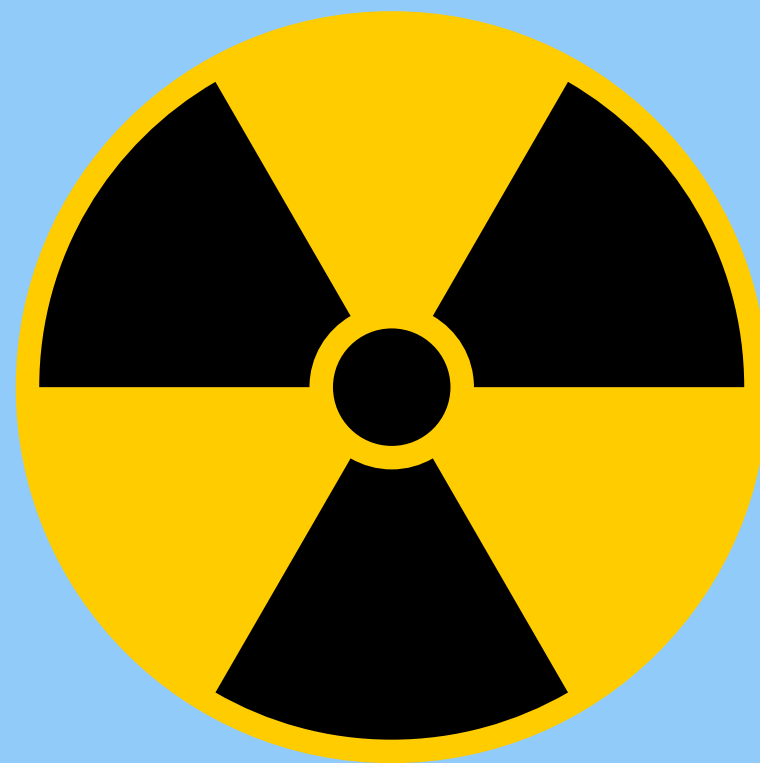


RADIAÇÃO

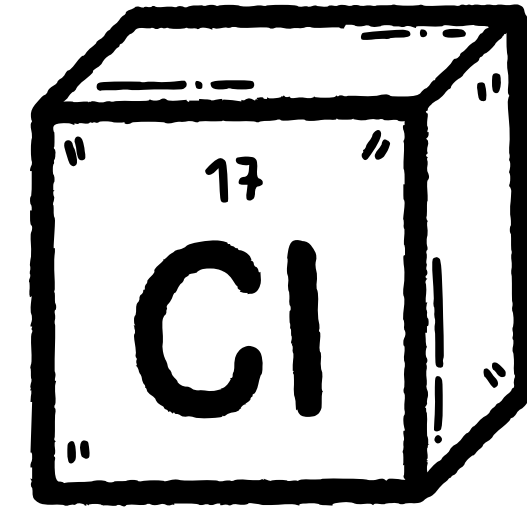
ISÓTOPOS E RADIOISÓTOPOS

Anderson Cortez Calderini



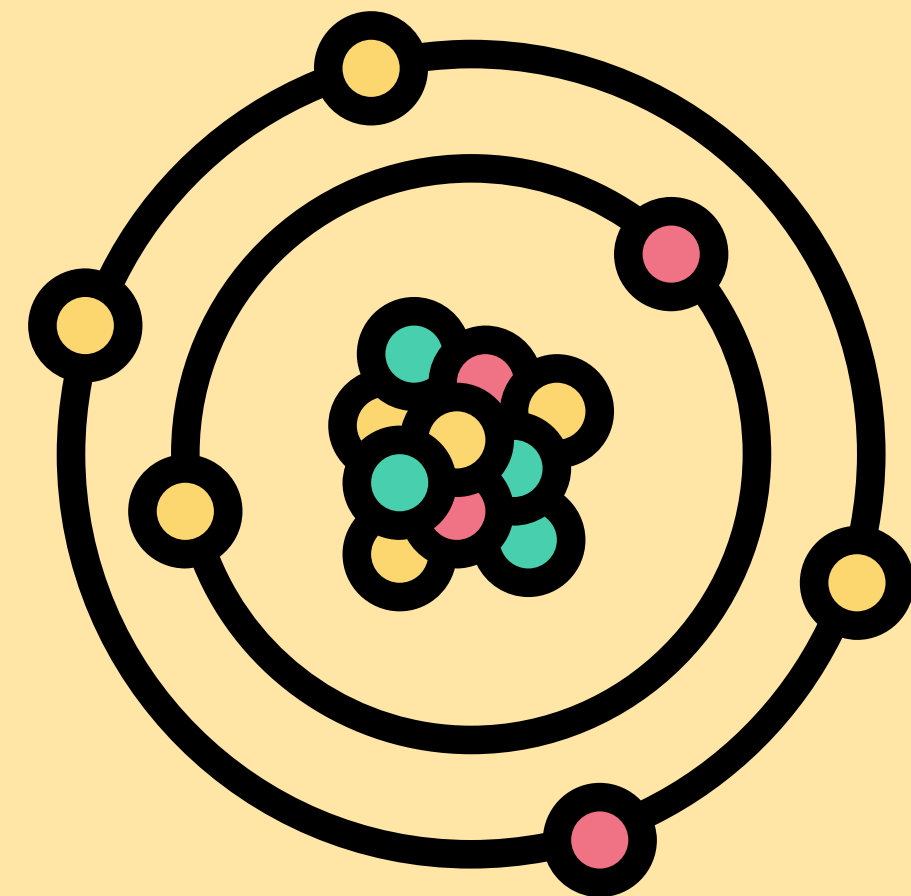
05/09 - Grupo de iniciação científica em aceleradores de partículas

COMPOSIÇÃO DE UM ÁTOMO



Átomos são estruturas básicas de matéria, compostas por um núcleo atômico e sua eletrosfera.

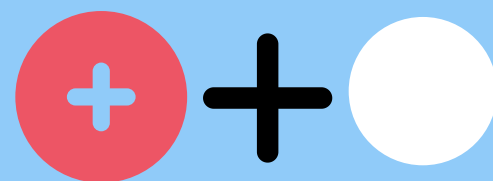
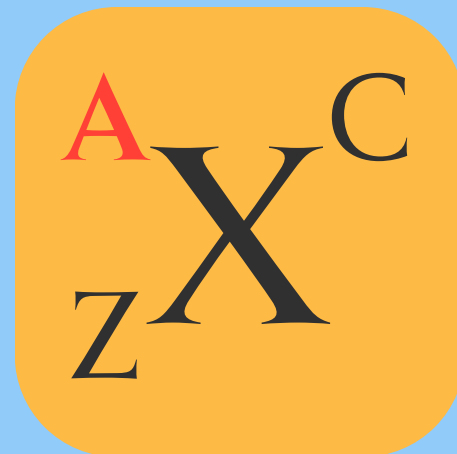
O núcleo atômico é composto por prótons e nêutrons, enquanto a eletrosfera é composta por elétrons, dispostos em diferentes camadas.



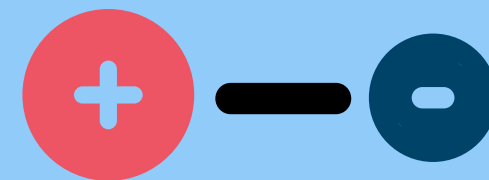
REPRESENTAÇÃO ATÔMICA



Número
Atômico



Número
de Massa



Número
de Carga

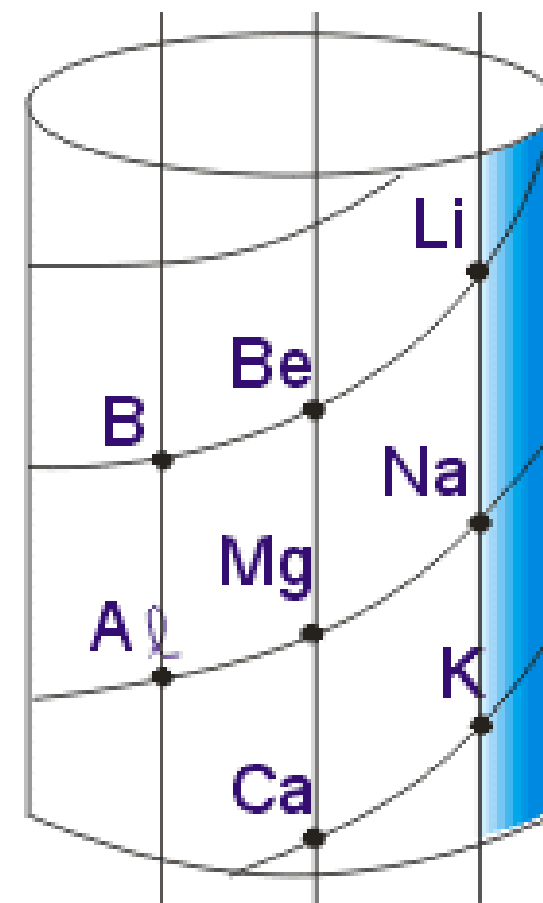


Cátion
do Átomo
de Potássio

PRIMEIRAS TABELAS PERIÓDICAS

Hydrogen 1	Strontian 46
Nitrogen 5	Barytes 68
Carbon 5	Iron 50
Oxygen 7	Zinc 56
Phosphorus 9	Copper 56
Sulphur 13	Lead 90
Magnesia 20	Silver 190
Limé 24	Gold 190
Soda 28	Platina 190
Potash 42	Mercury 167

Tabela de Dalton:
No início do século XIX, eram buscados padrões entre os comportamentos dos átomos, baseados em suas massas.

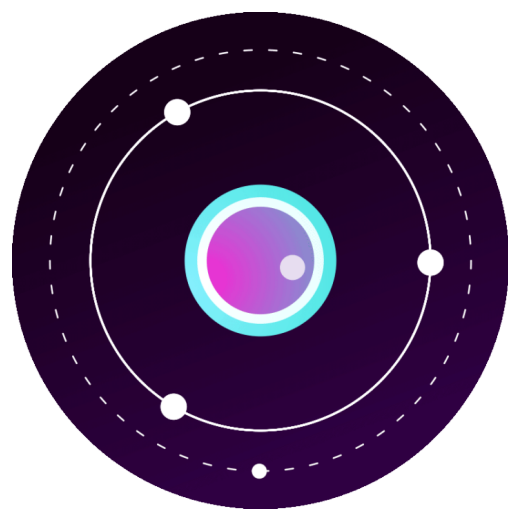


Parafuso Telúrico:
Chancourtois percebeu padrões nas tríades de elementos, modelo posteriormente aperfeiçoado por Dobereiner.

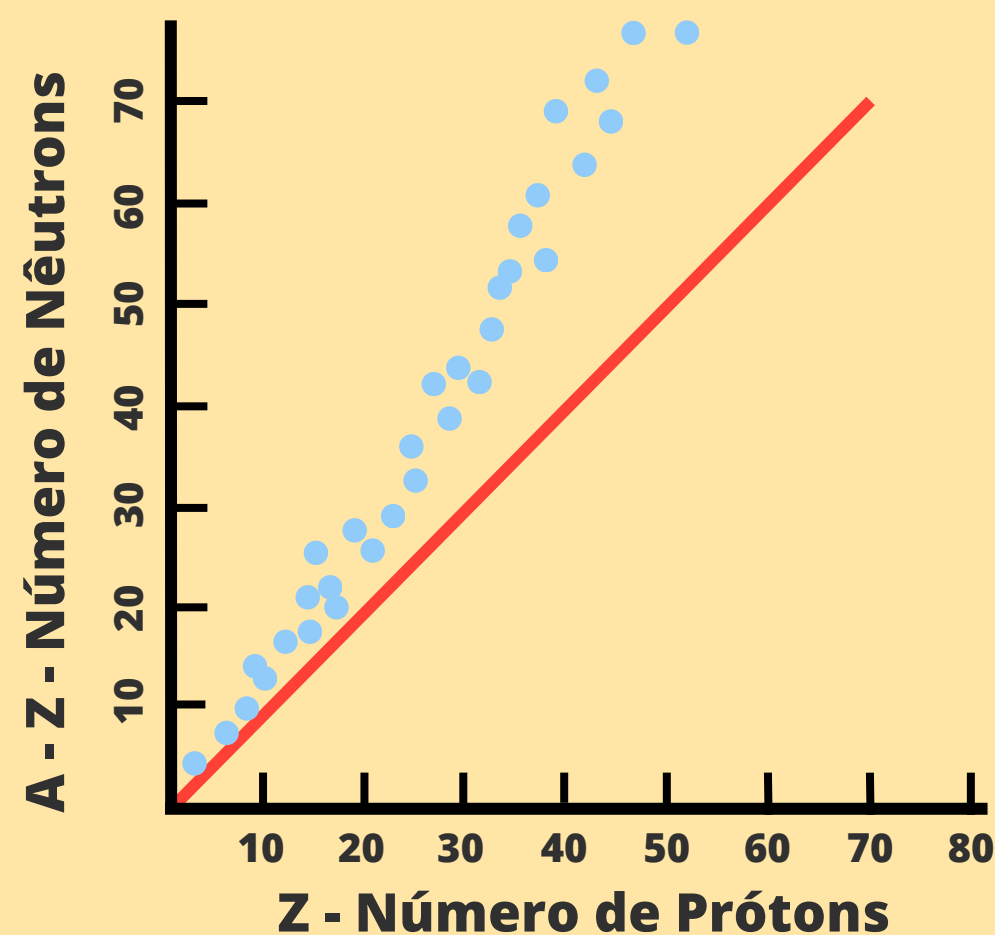
TABELA DE DIMITRI MENDELEEV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	<div>1 H 1.008 Hydrogen</div>																	<div>2 He 4.002602 Helium</div>	
2	<div>3 Li 6.94 Lithium</div>	<div>4 Be 9.0121831 Beryllium</div>											<div>5 B 10.81 Boron</div>	<div>6 C 12.011 Carbon</div>	<div>7 N 14.007 Nitrogen</div>	<div>8 O 15.999 Oxygen</div>	<div>9 F 18.998403163 Fluorine</div>	<div>10 Ne 20.1797 Neon</div>	
3	<div>11 Na 22.98976928 Sodium</div>	<div>12 Mg 24.305 Magnesium</div>											<div>13 Al 26.9815385 Aluminum</div>	<div>14 Si 28.086 Silicon</div>	<div>15 P 30.973761998 Phosphorus</div>	<div>16 S 32.06 Sulfur</div>	<div>17 Cl 35.45 Chlorine</div>	<div>18 Ar 39.948 Argon</div>	
4	<div>19 K 39.0983 Potassium</div>	<div>20 Ca 40.078 Calcium</div>	<div>21 Sc 44.955908 Scandium</div>	<div>22 Ti 47.88 Titanium</div>	<div>23 V 50.9415 Vanadium</div>	<div>24 Cr 51.9961 Chromium</div>	<div>25 Mn 54.938044 Manganese</div>	<div>26 Fe 55.845 Iron</div>	<div>27 Co 58.933194 Cobalt</div>	<div>28 Ni 58.6934 Nickel</div>	<div>29 Cu 63.546 Copper</div>	<div>30 Zn 65.38 Zinc</div>	<div>31 Ga 69.723 Gallium</div>	<div>32 Ge 72.630 Germanium</div>	<div>33 As 74.921595 Arsenic</div>	<div>34 Se 78.971 Selenium</div>	<div>35 Br 79.904 Bromine</div>	<div>36 Kr 83.798 Krypton</div>	
5	<div>37 Rb 85.4678 Rubidium</div>	<div>38 Sr 87.62 Strontium</div>	<div>39 Y 88.90584 Yttrium</div>	<div>40 Zr 91.224 Zirconium</div>	<div>41 Nb 92.90637 Niobium</div>	<div>42 Mo 95.95 Molybdenum</div>	<div>43 Tc 98 Technetium</div>	<div>44 Ru 101.07 Ruthenium</div>	<div>45 Rh 102.90550 Rhodium</div>	<div>46 Pd 106.42 Palladium</div>	<div>47 Ag 107.8682 Silver</div>	<div>48 Cd 112.414 Cadmium</div>	<div>49 In 114.818 Indium</div>	<div>50 Sn 118.710 Tin</div>	<div>51 Sb 121.760 Antimony</div>	<div>52 Te 127.60 Tellurium</div>	<div>53 I 126.90447 Iodine</div>	<div>54 Xe 131.29 Xenon</div>	
6	<div>55 Cs 132.90545196 Cesium</div>	<div>56 Ba 137.327 Barium</div>	<div>57 La 138.90463 Lanthanum</div>	<div>71 Hf 178.49 Hafnium</div>	<div>72 Ta 180.94788 Tantalum</div>	<div>73 W 183.84 Tungsten</div>	<div>74 Re 186.207 Rhenium</div>	<div>75 Os 190.23 Osmium</div>	<div>76 Ir 192.222 Iridium</div>	<div>77 Pt 195.084 Platinum</div>	<div>78 Au 196.966569 Gold</div>	<div>79 Hg 200.592 Mercury</div>	<div>80 Tl 204.38 Thallium</div>	<div>81 Pb 207.2 Lead</div>	<div>82 Bi 208.98040 Bismuth</div>	<div>83 Po 209 Polonium</div>	<div>84 At 210 Astatine</div>	<div>85 Rn 222 Radon</div>	
7	<div>87 Fr 223 Francium</div>	<div>88 Ra 226 Radium</div>	<div>89 Ac 227 Actinium</div>	<div>103 Rf 261 Rutherfordium</div>	<div>104 Db 262 Dubnium</div>	<div>105 Sg 266 Seaborgium</div>	<div>106 Bh 264 Bohrium</div>	<div>107 Hs 277 Hassium</div>	<div>108 Mt 278 Meitnerium</div>	<div>109 Ds 281 Darmstadtium</div>	<div>110 Rg 282 Roentgenium</div>	<div>111 Cn 285 Copernicium</div>	<div>112 Nh 286 Nihonium</div>	<div>113 Uut 288 Ununtrium</div>	<div>114 Fl 289 Flerovium</div>	<div>115 Uup 290 Ununpentium</div>	<div>116 Lv 293 Livermorium</div>	<div>117 Uus 294 Ununseptium</div>	<div>118 Uuo 294 Ununoctium</div>
	Lanthanide Series		<div>57 La 138.90463 Lanthanum</div>	<div>58 Ce 140.116 Cerium</div>	<div>59 Pr 140.90766 Praseodymium</div>	<div>60 Nd 144.242 Neodymium</div>	<div>61 Pm 145 Promethium</div>	<div>62 Sm 150.36 Samarium</div>	<div>63 Eu 151.964 Europium</div>	<div>64 Gd 157.25 Gadolinium</div>	<div>65 Tb 158.92510 Terbium</div>	<div>66 Dy 162.50 Dysprosium</div>	<div>67 Ho 164.93032 Holmium</div>	<div>68 Er 167.259 Erbium</div>	<div>69 Tm 168.93402 Thulium</div>	<div>70 Yb 173.054 Ytterbium</div>	<div>71 Lu 174.967 Lutetium</div>		
	Actinide Series		<div>89 Ac 227 Actinium</div>	<div>90 Th 232.0377 Thorium</div>	<div>91 Pa 231.03688 Protactinium</div>	<div>92 U 238.02891 Uranium</div>	<div>93 Np 237 Neptunium</div>	<div>94 Pu 244 Plutonium</div>	<div>95 Am 243 Americium</div>	<div>96 Cm 247 Curium</div>	<div>97 Bk 247 Berkelium</div>	<div>98 Cf 251 Californium</div>	<div>99 Es 252 Einsteinium</div>	<div>100 Fm 257 Fermium</div>	<div>101 Md 288 Mendelevium</div>	<div>102 No 289 Nobelium</div>	<div>103 Lr 260 Lawrencium</div>		

A tabela periódica usada atualmente é baseada no modelo de Dimitri Mendeleev, conhecido por padronizar os átomos de acordo com seus números atômicos, e não as suas massas. Elementos de uma mesma família (coluna) têm comportamento semelhante por terem mesma distribuição eletrônica em sua camada de valência.

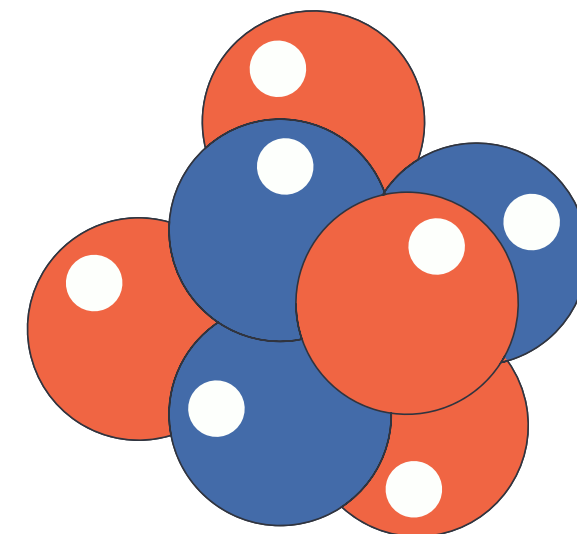


01 O QUE É UM ISÓTOPO



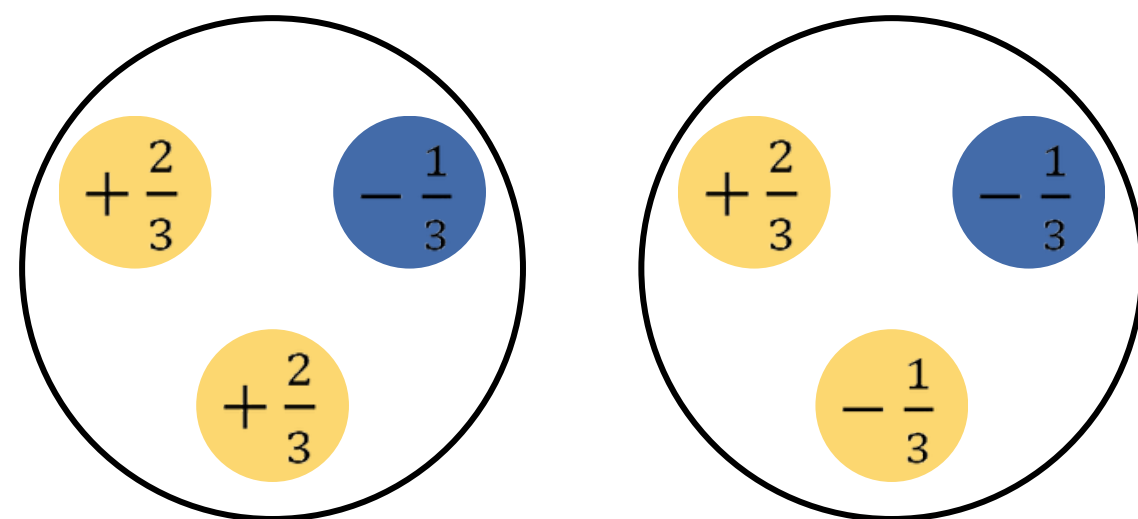
Cada átomo, com definida quantidade de prótons, necessita de uma quantidade de nêutrons para manter seu núcleo estável. Um descumprimento deste frágil equilíbrio entre prótons e nêutrons gera átomos instáveis e com altos níveis de energia, conhecidos como isótopos.

02 O NÚCLEO ATÔMICO

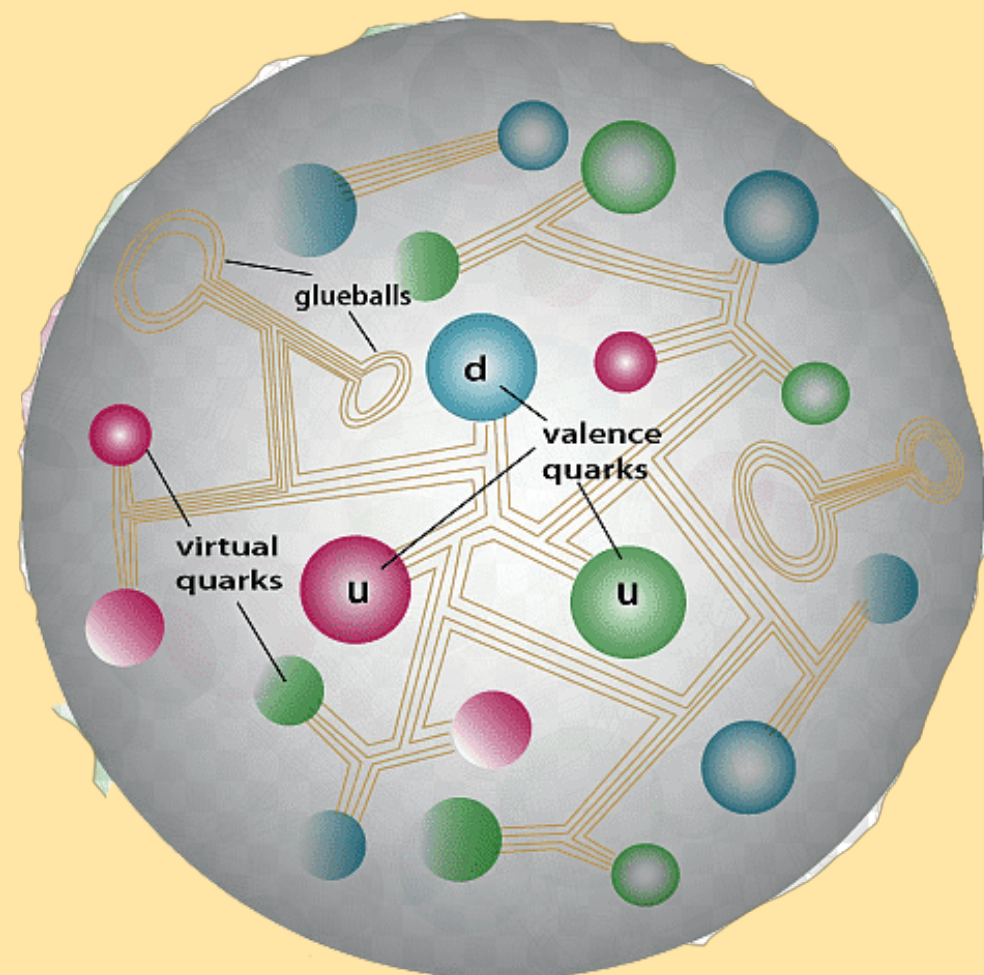


Possuindo cargas elétricas positivas, prótons causam repulsão entre si devido à força eletrostática entre eles. O que impede o rompimento do núcleo é a existência de outra força, a força nuclear forte, que tem como partícula mensageira os glúons.

$$a = \frac{F}{m} = k \frac{q^2}{r^2 m}$$
$$\approx 6.10^{19} \text{ m/s}^2$$

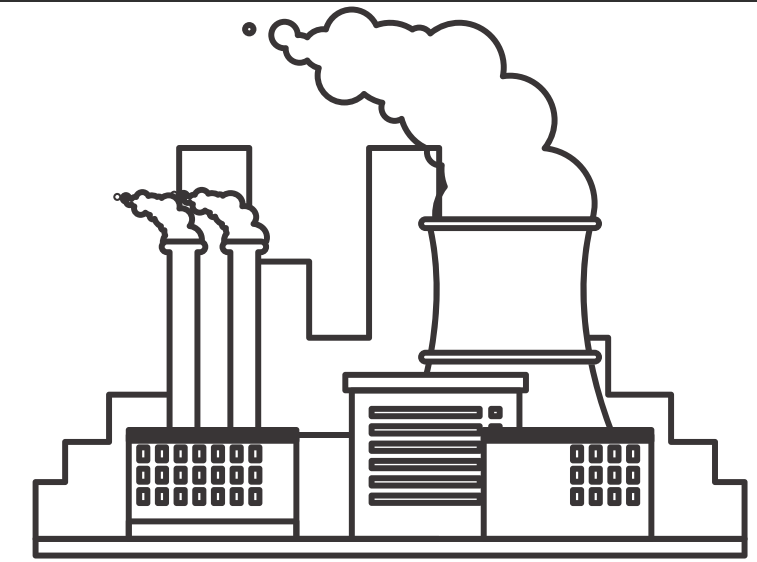


03 O PRÓTON POR DENTRO



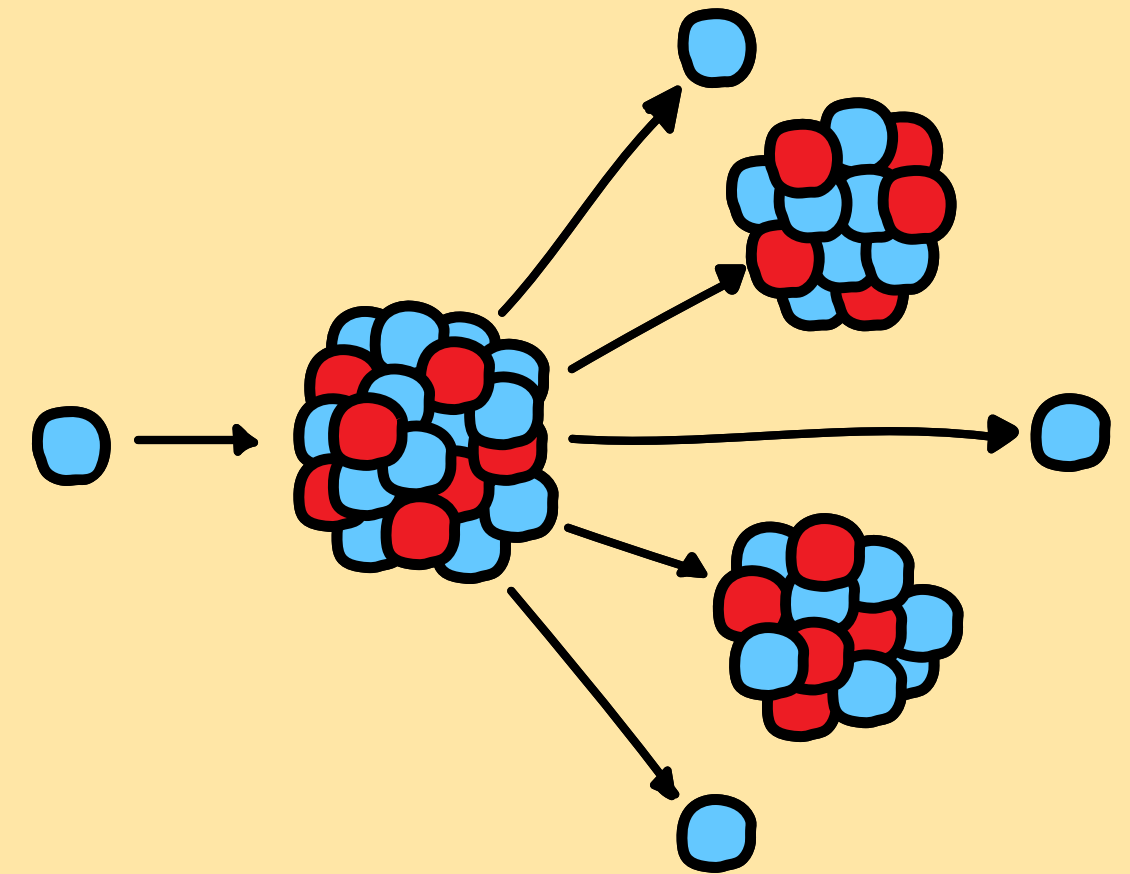
Prótons e nêutrons são constituídos por quarks, a partícula de massa mais fundamental conhecida até hoje. Sob os quarks, atua a força forte, onde glúons atuam como "elásticos", impedindo o rompimento do átomo.

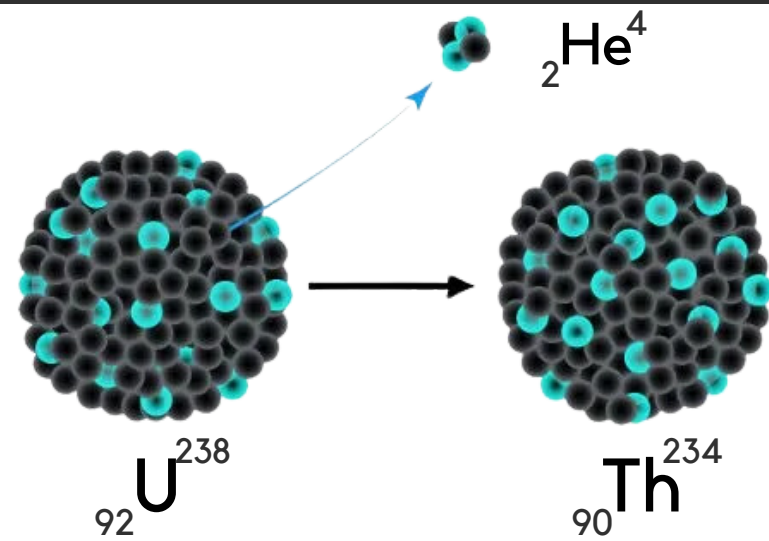
04 FISSÃO NUCLEAR



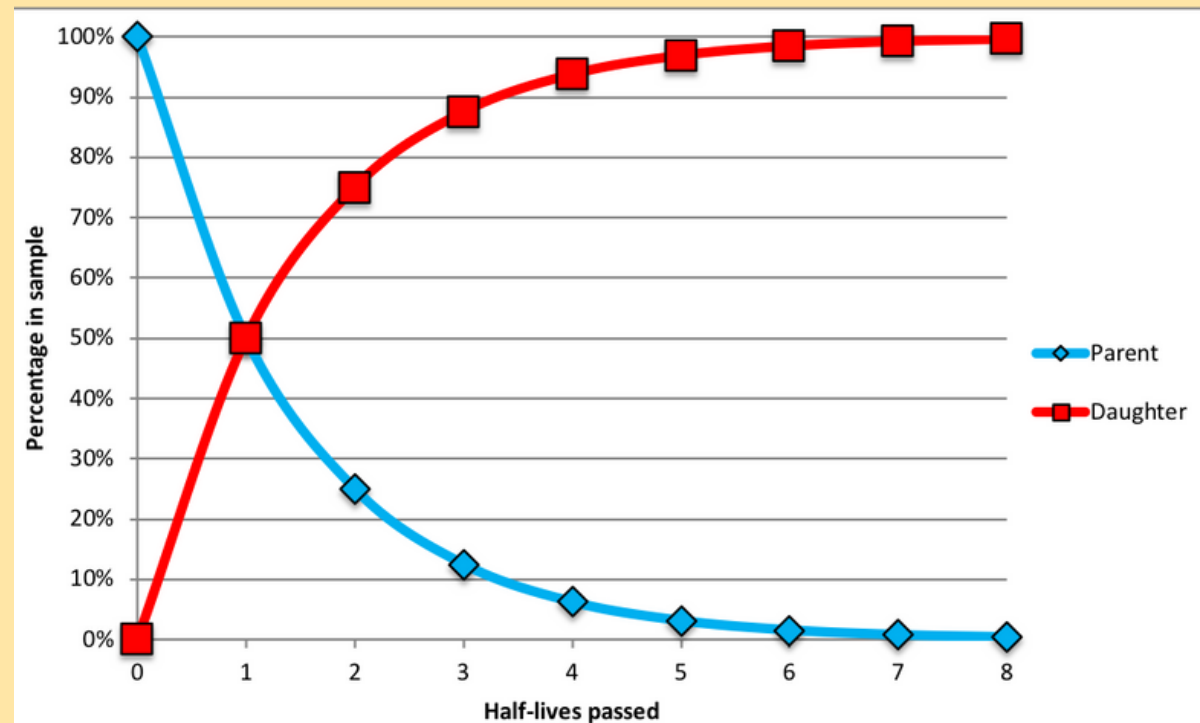
Colidindo partículas contra o núcleo atômico, é possível fornecer energia para romper o núcleo atômico.

Este processo chama-se fissão nuclear e causa uma reação em cadeia devido à força repulsiva entre os prótons, liberando altas quantidades de energia.



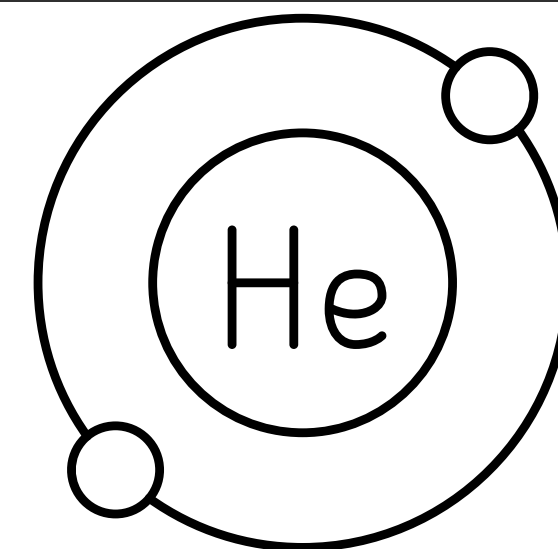


05 DECAIMENTO ATÔMICO



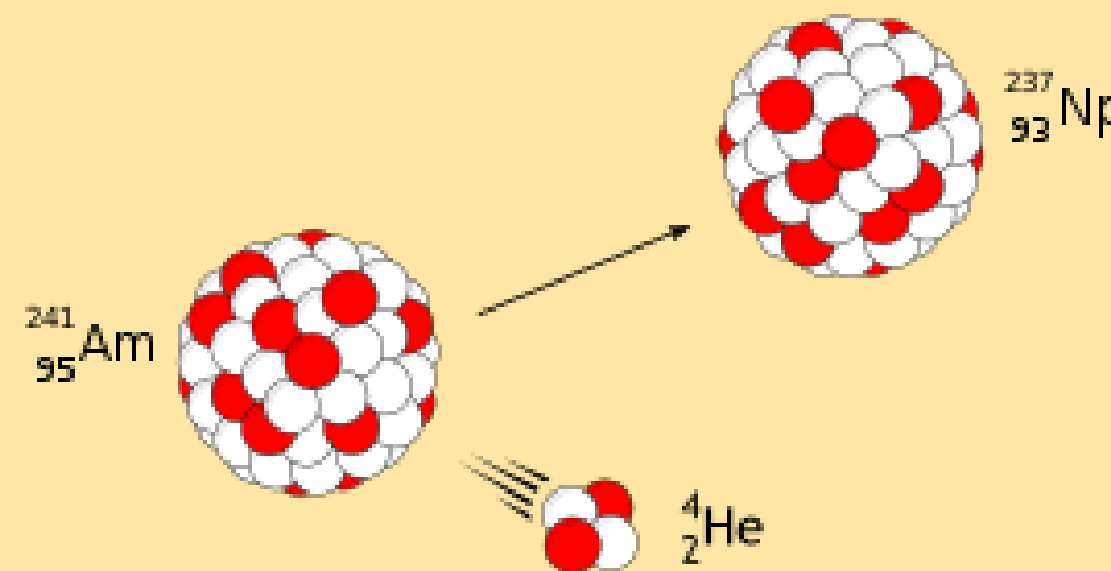
Isótopos são instáveis e muito energéticos, procurando sempre liberar energia. Desta forma, acontece o decaimento do isótopo, no qual um átomo pai é desintegrado em um átomo filho, menos energético, e em uma determinada quantidade de radiação.

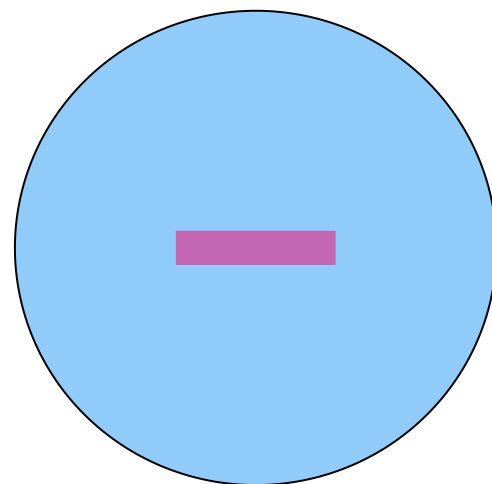
06 DECAIMENTO TIPO ALFA



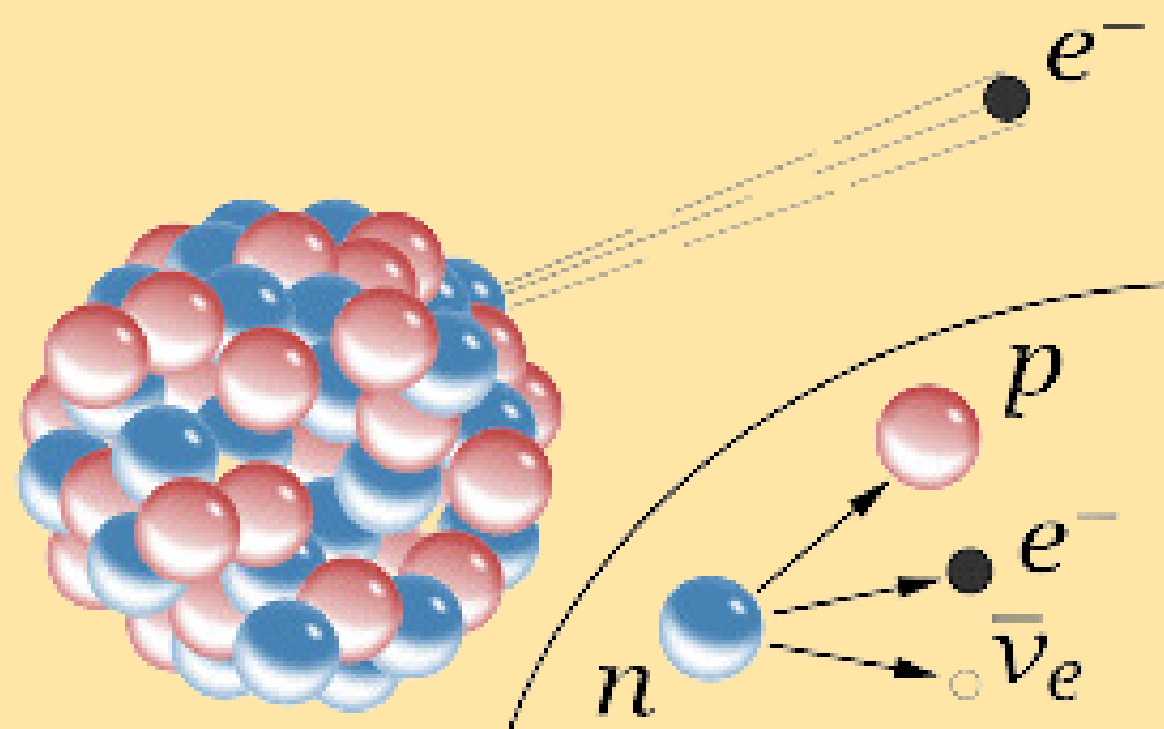
O decaimento alfa ocorre quando o átomo ejeta uma partícula alfa (He) de seu núcleo, assim desintegrando o átomo pai em um átomo filho com 2 prótons e 2 nêutrons a menos.

A maior parte da energia é transferida à partícula alfa, capaz de ionizar átomos.



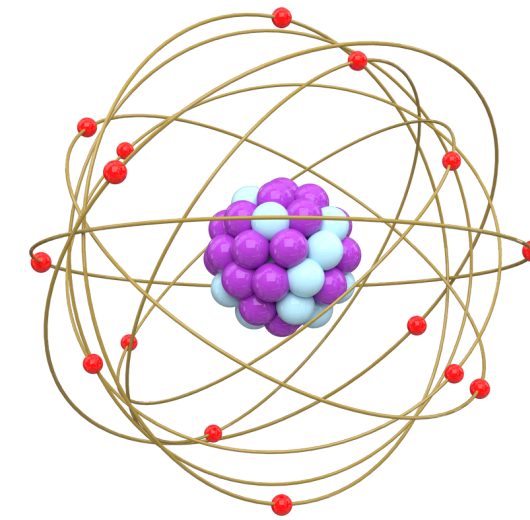


07 DECAIMENTOS TIPO BETA



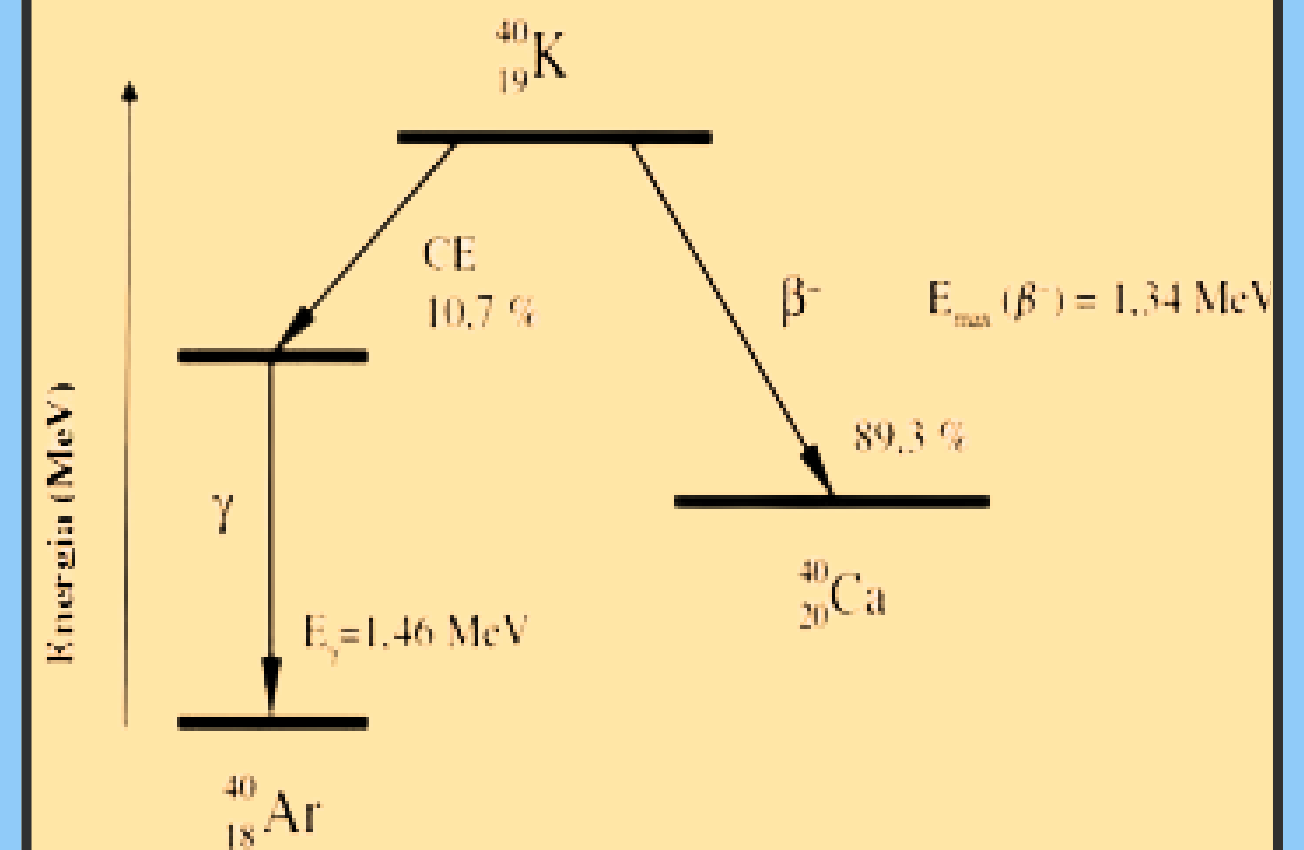
No decaimento Beta $-$, um nêutron se “transforma” em um próton, mudando a estrutura atômica e emitindo um elétron. No caso do decaimento Beta $+$, um próton se converte em nêutron, em seguida liberando um pósitron, a anti-partícula do elétron.

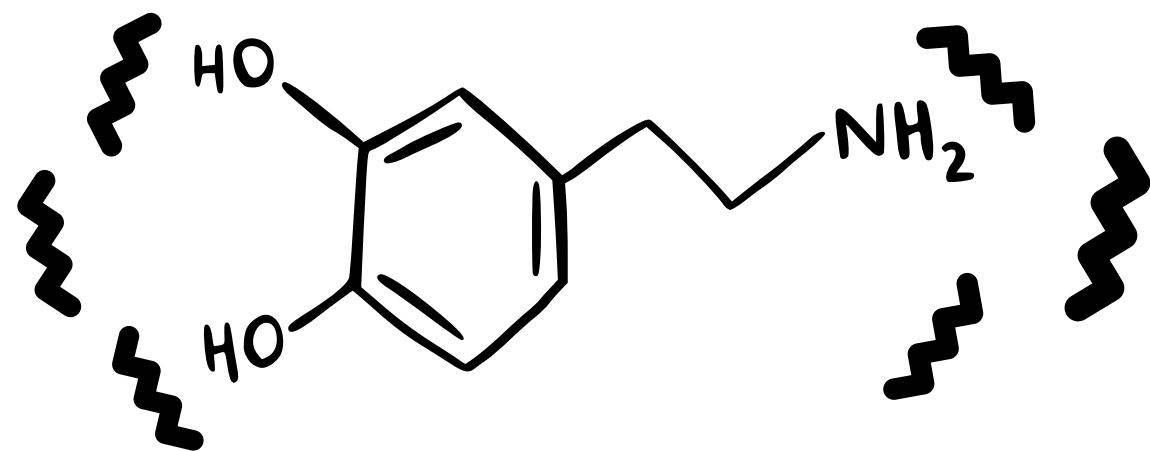
08 DECAIMENTOS PARCIAIS



Os decaimentos são regidos pela força nuclear fraca, que tem como partícula mensageira os bósons W.

O evento envolve mecânica quântica, logo segue um modelo probabilístico, permitindo diferentes núcleos filhos serem gerados a partir de um único núcleo pai.





09 ENERGIA DE DESINTEGRAÇÃO



$$Q = (M_x - M_y - M_p)c^2$$

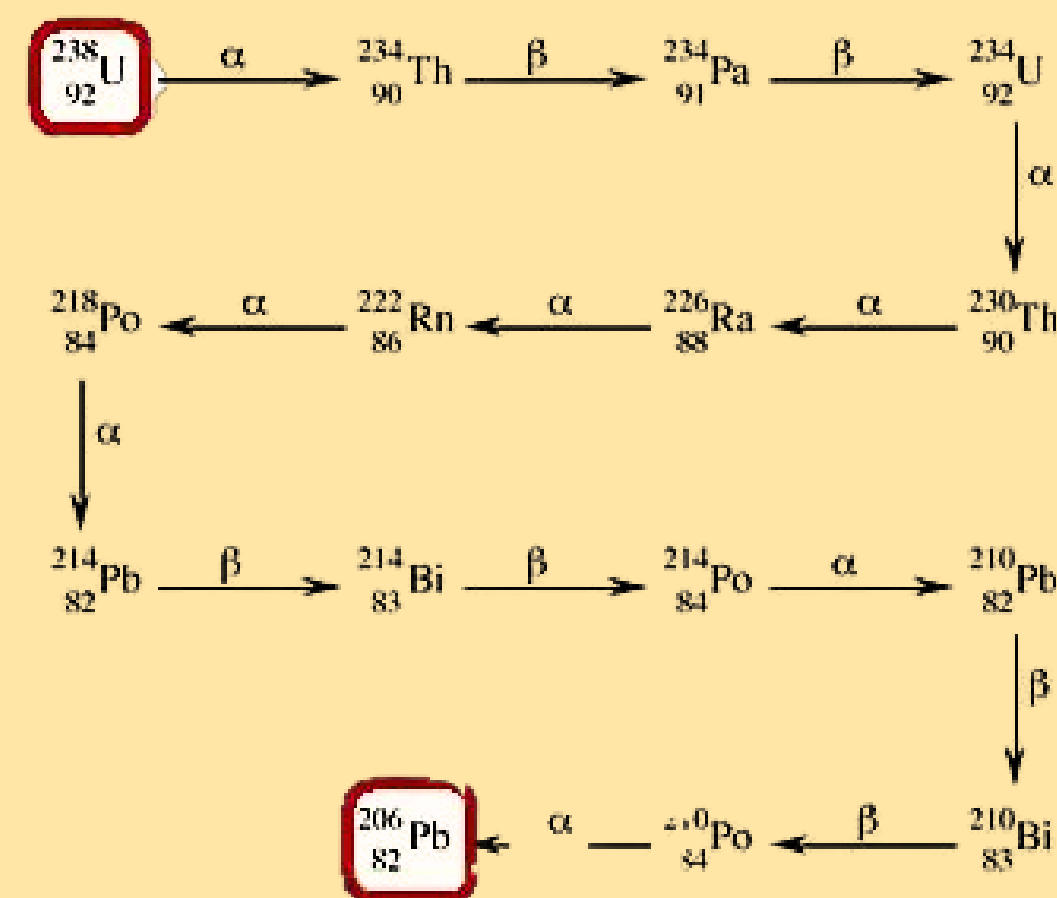
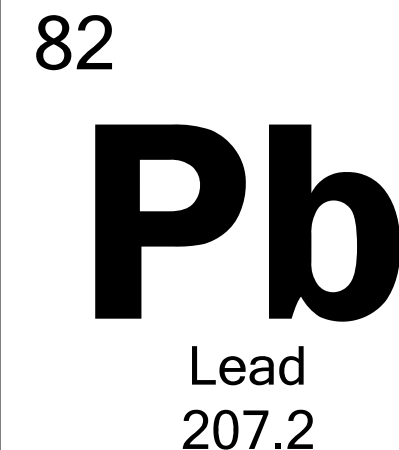
$$\approx (M_x - M_y - M_p) \frac{931 \text{ MeV}}{u}$$

Um mesmo isótopo decaindo pode gerar diversos átomos filhos e partículas energizadas diferentes.

Durante o decaimento de um átomo, parte da massa deste é convertida em energia, sendo transmitida como energia cinética ao átomo filho e a partícula de radiação.

10 DECAIMENTOS SUCESSIVOS

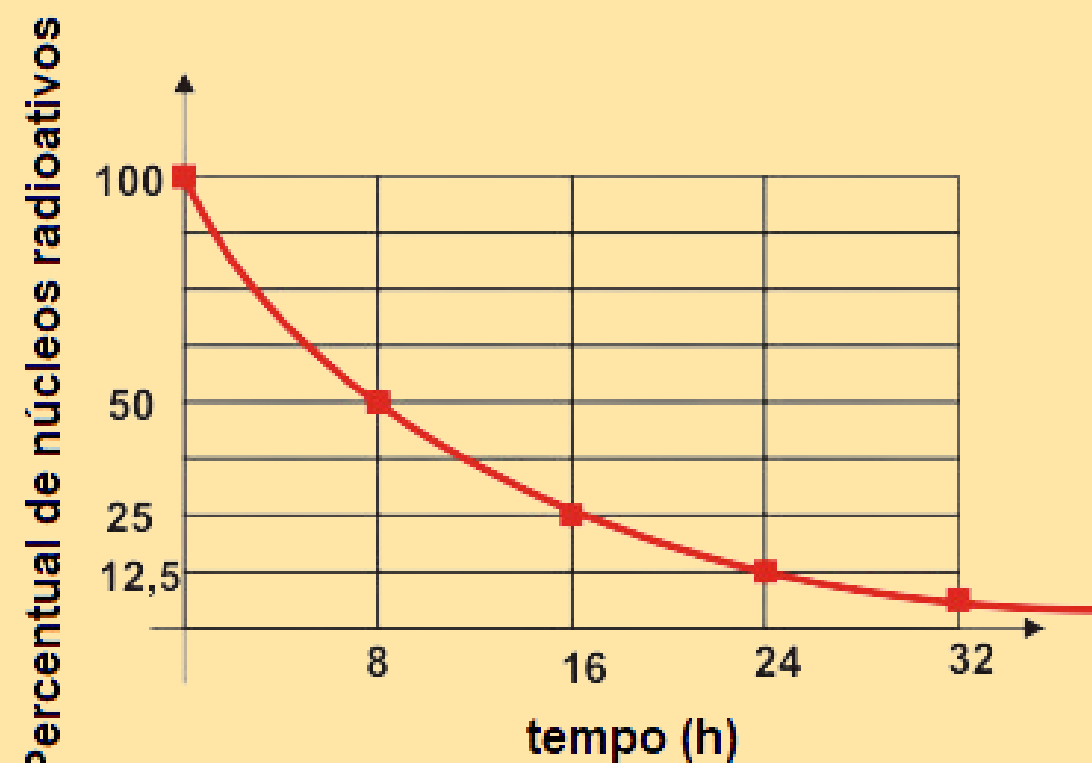
Em alguns casos, devido à transferência de energia ao átomo filho durante o decaimento, o átomo filho se torna um átomo excitado o suficiente para também decair em outro átomo, chamado átomo neto.



$$\frac{dN}{N} = -\lambda t \quad N(t) = \frac{N_0}{e^{\lambda t}}$$

11

CONSTANTE DE DECAIMENTO



O ritmo de decaimento de uma amostra de átomos não segue ritmo linear, mas sim logarítmico.

Para cada tipo de átomo pai, há uma constante de decaimento (λ), usada para calcular os átomos restantes de uma amostra após certo tempo de decaimento.

12 TEMPO DE MEIA-VIDA

O tempo de meia-vida é uma importante unidade usada nos cálculos de radiação, principalmente na área de física médica. O tempo meia-vida estima o tempo médio no qual uma amostra se reduz pela metade.

$$T_{1/2}$$

$$N(T_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = \frac{N_0}{e^{\lambda T_{1/2}}}$$

$$e^{\lambda T_{1/2}} = 2 \rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$



13

ATIVIDADE RADIOATIVA

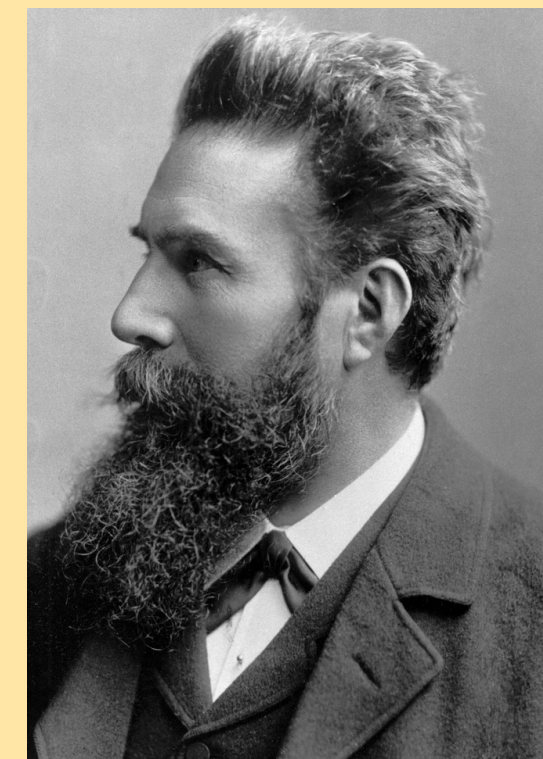
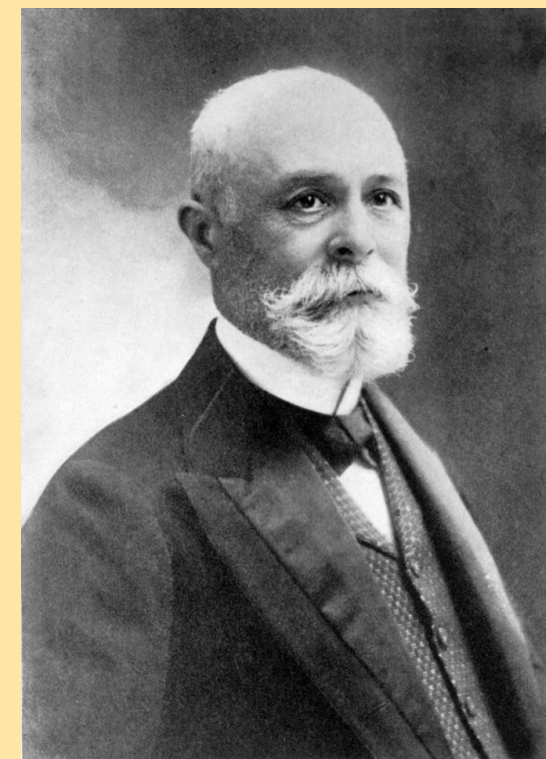
$$A = \frac{dN}{dt} = N\lambda$$

$$\rightarrow \frac{N_0\lambda}{e^{\lambda t}} = \frac{A_0}{e^{\lambda t}}$$

Para calcular a quantidade de átomos sendo desintegrados por segundo, usamos a atividade, obtida através da multiplicação da constante de decaimento pela quantidade de átomos restantes. A unidade padrão é o Becquerel (Bq), para uma desintegração por segundo.

14 UM POUCO DE HISTÓRIA

Efetivamente, a descoberta da radiação pode ser atribuída a diversos nomes. Becquerel é conhecido por seus estudos no efeito da fosforescência, enquanto o Roentgen é conhecido por ter descoberto, acidentalmente, os raios X.





15

A FAMÍLIA CURIE

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

O Curie é a unidade de atividade radioativa usada por Marie.

Esta unidade condiz à desintegração causada por 1 grama de Ra-226

Marie e Pierre são conhecidos pela descoberta dos primeiros elementos radioativos, o Polônio e o Rádio. Mme. Curie se destacou sendo a primeira mulher a receber um nóbel, ainda por cima em duas categorias, tendo sua família 4 nóbeis acumulados.

16 ISÓTOPOS ARTIFICIAIS



Graças ao esforço e sacrifício de muitos cientistas, temos tecnologia para criar elementos do zero bombardeando com prótons o núcleo de outros elementos.

Alguns radioisótopos artificiais são usados para diagnósticos médicos e tratamentos.

Radioisótopo	Meia-vida
Urânio-235	$7,1 \cdot 10^8$ anos
Actínio-227	21,6 anos
Frâncio-223	22 minutos
Tálio-207	4,78 minutos
Bismuto-211	2,15 minutos
Polônio-211	0,52 segundos
Polônio-215	$1,78 \cdot 10^{-3}$ segundos
Astato-215	10^{-4} segundos

**OBRIGADO
PELA ATENÇÃO!**

